



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND  
  
DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ ⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑯ ⑯ **DE 101 23 218 A 1**

⑯ ⑯ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 16 K 31/02**  
F 15 B 13/044  
F 02 M 51/06

**DE 101 23 218 A 1**

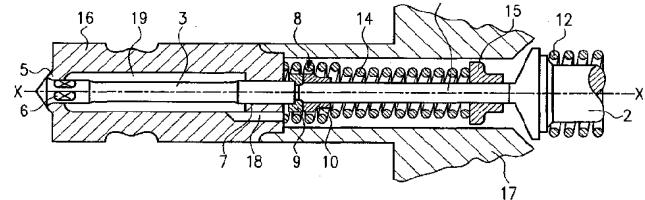
⑯ ⑯ Aktenzeichen: 101 23 218.7  
⑯ ⑯ Anmeldetag: 12. 5. 2001  
⑯ ⑯ Offenlegungstag: 14. 11. 2002

⑯ ⑯ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑯ ⑯ Erfinder:  
Huebel, Michael, Dr., 70839 Gerlingen, DE; Stein,  
Juergen, 75428 Illingen, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

- ⑯ ⑯ Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten  
⑯ ⑯ Die vorliegende Erfindung betrifft ein Ventil (1) zum Steuern von Flüssigkeiten mit einem Piezoaktor zur Betätigung eines Ventilgliedes (3, 4), wobei sich das Ventilglied (3, 4) bei einer Betätigung aus einem Ventilkörper (16) hinausbewegt. Zwischen dem Piezoaktor und dem Ventilglied (3, 4) ist eine Hubsteuerung ausgebildet. Weiter umfasst das Ventil eine Anschlageinrichtung (8), um den Hub  $h_1$  des Ventilgliedes (3, 4) zu begrenzen.



## Beschreibung

## Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Ventil zum Dosieren bzw. Steuern von Flüssigkeitsströmen bzw. von Flüssigkeiten und insbesondere ein Kraftstoffeinspritzventil für ein Speichereinspritzsystem.

[0002] Ventile zum Steuern von Flüssigkeiten sind in unterschiedlichen Ausgestaltungen bekannt. Beispielsweise zeigt die DE-43 32 124 A1 ein Kraftstoffeinspritzventil, welches eine verstellbare Hubbegrenzung für eine Ventilnadel aufweist. Die Hubbegrenzung umfasst einen Begrenzungsanschlag, der in einer Führungsbohrung des Kraftstoffeinspritzventils verschiebbar geführt ist, sowie einen Aktuator. Der Aktuator ist dabei derart an der Hubbegrenzung angeordnet, dass die Position der Hubbegrenzung durch Ansteuerung des Aktuators bestimmt wird. Somit kann ein Hub der Ventilnadeln in einem Bereich von ca. 0,1 mm verändert werden.

[0003] Weiterhin ist eine verstellbare Hubbegrenzung bekannt, welche aus einem um die Ventilnadel angeordneten Ring besteht, in welchem ein Durchgangsschlitz ausgebildet ist.

[0004] In diesem Durchgangsschlitz ist ein Aktuator angeordnet, welcher sich bei einer Ansteuerung längt, so dass die Hubbegrenzung an einer bestimmten Position in einer Führungsbohrung klemmt. Auf diese Weise kann ein Begrenzungsanschlag bereitgestellt werden, welcher eine Hubverstellung in einem sehr großen Bereich ermöglicht.

[0005] Die durch Piezoaktoren verstellbaren Hubbegrenzungen können zwar individuell beim Betrieb des Ventiles verstellt werden, jedoch ist ihr Aufbau relativ kompliziert. Weiterhin sind nach außen öffnende Ventile (A-Ventile), d. h. Ventile, deren Ventilglied sich bei einer Betätigung aus dem Ventilgehäuse hinausbewegt, bekannt, welche jedoch keine Hubanschläge aufweisen. Im Betrieb können jedoch durch Temperatureinflüsse unterschiedliche Längungen der Bauteile auftreten, wodurch unterschiedliche Einspritzmengen, Strahlwinkel sowie Penetration, insbesondere bei A-Ventilen, resultieren können.

## Vorteile der Erfindung

[0006] Das erfindungsgemäße Ventil zum Dosieren bzw. Steuern von Flüssigkeitsströmen bzw. von Flüssigkeiten mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat dem gegenüber den Vorteil, dass der Hub eines Ventilgliedes bei einem nach außen öffnenden Ventil auf ein Maximum begrenzt ist. Dabei ist erfindungsgemäß ein nach außen öffnendes Ventil vorgesehen, welches z. B. einen Piezoaktor zur Betätigung des Ventilglieds aufweist. Dabei wird das Ventilglied direkt, d. h. unmittelbar mechanisch, vom Piezoaktor betätigt, so dass eine Hubsteuerung des Ventilglieds vorliegt. Weiterhin ist erfindungsgemäß ein Anschlag vorgesehen, um den Hub des Ventilglieds zu begrenzen. Dadurch können erfindungsgemäß die am Ventil vorhandenen Toleranzen auf thermisch oder mechanisch bedingte Toleranzen aus Druckeinfluss und Längendehnungen reduziert werden. Die Summe dieser Toleranzen ist geringer als eine Hubtoleranz des Piezoaktors ohne Anschlag. Somit können erfindungsgemäß besonders genaue Einspritzvorgänge, insbesondere bei einer Kraftstoffeinspritzung, ermöglicht werden, wobei die Einspritzmengen, der Strahlwinkel sowie die Penetration genau eingehalten werden können. Dadurch wird das Brennverfahren positiv beeinflusst. Weiterhin kann erfindungsgemäß sogar ein dynamischer Einfluss minimiert werden. Durch die Möglichkeit, mit einem nach außen öffnenden Ventil auch schräg

in einen Brennraum einzuspritzen, kommt das erfindungsgemäße Ventil auch für Motoren in Betracht, bei denen aus Platzgründen im Zylinderkopf das Einspritzventil nicht mittig eingebaut werden kann. Weiterhin kann durch unterschiedliche Anordnungen des Anschlags das Einspritzbild in Penetration und Strahlform an unterschiedliche Brennräume bzw. unterschiedliche Motoren angepasst werden.

[0007] Um einen möglichst einfachen Aufbau bereitzustellen, ist der Anschlag vorzugsweise als mechanischer Anschlag ausgebildet. Besonders bevorzugt besteht der mechanische Anschlag dabei aus einem Einstellring und einem Klemmstück zur Fixierung der Position des Einstellrings. [0008] Um einen definierten Anlagepunkt am Ventilglied zu haben, weist das Ventilglied vorzugsweise eine Schulter auf, an welcher der Einstellring anliegt.

[0009] Gemäß einer anderen bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung sind der Einstellring und das Klemmstück einstückig ausgebildet, um die Teilezahl zu reduzieren.

[0010] Vorzugsweise weist der Einstellring einen Überstand auf, um den Maximalhub des Ventilgliedes zu bestimmen.

[0011] Besonders bevorzugt ist das Ventilglied als Ventilnadel ausgebildet. Um zu verhindern, dass die Ventilnadel

kippt, ist sie vorzugsweise im Ventilkörper doppelt geführt. [0012] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist das Ventilglied zweiteilig aus einer Ventilnadel und einem Druckstift gebildet. Dabei steht der Druckstift unmittelbar mit dem Piezoaktor zur Betätigung des Ventilgliedes in Verbindung.

[0013] Um eine sichere Verbindung zwischen dem mechanischen Anschlag und dem Ventilglied zu ermöglichen, ist das Klemmstück des Anschlags vorzugsweise mit dem Ventilglied verschweißt.

[0014] Gemäß einer weiteren anderen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist die Anschlageinrichtung als hydraulischer Anschlag ausgebildet. Dadurch kann beispielsweise durch unterschiedliche Fluidbefüllung des hydraulischen Anschlagraumes auf einfache Weise ein unterschiedlicher Maximalhub des Ventilgliedes eingestellt werden. Dadurch kann eine besonders einfache Anpassung des Ventils an unterschiedliche Brennräume bzw. Motoren ermöglicht werden.

[0015] Besonders bevorzugt wird das erfindungsgemäße Ventil bei einem Speichereinspritzsystem als Kraftstoffeinspritzventil verwendet.

[0016] Erfindungsgemäß wird somit ein Ventil bereitgestellt, bei welchem ein Hubbegrenzungsanschlag vorgesehen ist, welcher besonders einfach an unterschiedliche Brennräume bzw. unterschiedliche Motoren angepasst werden kann. Dabei ist der Anschlag nicht verstellbar ausgebildet, sondern der Anschlag wird bei der Montage an die unterschiedlichen Bedingungen angepasst. Somit kann das erfindungsgemäß Ventil besonders kompakt aufgebaut sein und in unterschiedlichsten Stellungen in einem Motorraum angeordnet werden.

## Zeichnung

[0017] Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt:

[0018] Fig. 1 eine schematische Schnittansicht eines Kraftstoffeinspritzventils gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

[0019] Fig. 2 eine Vergrößerung des Bereichs des in Fig. 1 dargestellten Ventils, in welchem der Anschlag angeordnet ist,

[0020] **Fig. 3** eine schematische Teilschnittsansicht eines Ventils gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

[0021] **Fig. 4** eine schematische Teilschnittsansicht eines Ventils gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung und

[0022] **Fig. 5** eine schematische Teilschnittsansicht eines Ventils gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0023] In den **Fig. 1** und **2** ist ein Kraftstoffeinspritzventil **1** gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt.

[0024] Wie in **Fig. 1** gezeigt, umfasst das Ventil **1** einen nicht dargestellten Piezoaktor sowie eine Ventilnadel **3**. Die Ventilnadel **3** ist mit einem Fuß **2** des Piezoaktors über einen Druckstift **4** direkt verbunden, so dass bei dem Ventil **1** eine so genannte Hubsteuerung ausgebildet ist, bei welcher der Piezoaktor das Ventilglied **3** direkt mechanisch betätigt. Wie in **Fig. 1** gezeigt, wird der Fuß des Piezoaktors mittels eines Federelements **12** an den Druckstift **4** angelegt, so dass Formschluss besteht.

[0025] Die Ventilnadel **3** ist in einem Ventilkörper **16** angeordnet, welcher mit einem Ventilhalter **17** verbunden ist. Wie in **Fig. 1** gezeigt, handelt es sich bei dem Ventil **1** um ein nach außen öffnendes Ventil, bei welchem die Ventilnadel **3** bei Betätigung aus dem Ventilkörper **16** nach außen bewegt wird. Die Ventilnadel **3** verschließt im nicht betätigten Zustand einen Ventilsitz **5**. Um ein Kippen der Ventilnadel **3** zu verhindern, ist eine erste Ventilführung **6** sowie eine zweite Ventilführung **7** vorgesehen. Die erste Ventilführung **6** besteht dabei aus mehreren stegartigen Vorsprüngen, welche am Ventilkörper **16** gleiten und zwischen sich einen Durchlass aufweisen.

[0026] Weiterhin ist am Druckstift **4** ein Federklemmstück **15** befestigt, welches als Federsitz für eine Rückstellfeder **14** dient. Die Rückstellfeder **14** stützt sich dabei an ihrem anderen Ende am Ventilkörper **16** ab. Kraftstoff wird durch einen Zulaufkanal **18** zu einem um die Ventilnadel **3** angeordneten Ringspalt **19** zugeführt.

[0027] Weiterhin ist erfindungsgemäß ein Anschlag **8** vorgesehen, welcher, wie insbesondere in **Fig. 2** gezeigt, einen Einstellring **9** sowie ein Klemmstück **10** umfasst. Das Klemmstück **10** ist dabei über eine Schweißnaht **11** fest mit dem Druckstift **4** verbunden. Der Einstellring **9** liegt an einer Schulter **13** der Ventilnadel **3** an und weist einen ringförmigen Vorsprung **21** auf, welcher am Übergangsbereich zwischen der Ventilnadel **3** und dem Druckstift **4** in eine am Druckstift gebildete Aussparung **22** eingreift. Weiterhin ist am Einstellring **9** ein Überstand **23** mit einer Länge **h<sub>2</sub>** ausgebildet. Somit umgreift der Einstellring **9** das dem Ventil **15** gegenüberliegende Ende der Ventilnadel **3**.

[0028] In **Fig. 2** ist auch die maximale Hubhöhe **h<sub>1</sub>** dargestellt. Der maximale Hub **h<sub>1</sub>** des Ventils wird dabei durch den Abstand zwischen der stirnseitigen Anschlagfläche **16a** am Ventilkörper **16** und dem Einstellring **9** bestimmt.

[0029] Die Montage des erfindungsgemäßen Ventils **1** erfolgt dabei derart, dass zuerst die Ventilnadel **3** von vorne in den Ventilkörper **16** eingeführt wird. Anschließend wird der Abstand zwischen dem aktorseitigen Ende **16a** des Ventilkörpers **16** und der Schulter **13** der Ventilnadel **3** gemessen. Abhängig von diesem Abstand zwischen der Schulter **13** und dem Ventilkörper **16** wird ein geeigneter Einstellring **9** mit einem entsprechenden Überhang **h<sub>2</sub>** ausgewählt, so dass ein gewünschter Maximalhub **h<sub>1</sub>** des Ventils erreicht wird. Der Einstellring **9** wird von hinten auf die Ventilnadel **3** auf-

geschoben, bis er auf der Schulter **13** an der Ventilnadel **3** aufsitzt. Anschließend wird das Klemmstück **10** von hinten aufgeschoben und mittels Schweißen mit dem Druckstift **4** verbunden.

[0030] Anschließend werden die Rückstellfeder **14** und das Federklemmstück **15** auf die Nadel aufgeschoben und die Rückstellfeder **14** über das Federklemmstück **15** auf eine gewünschte Vorspannkraft vorgespannt. Dabei wird das Federklemmstück **15** beispielsweise mittels Schweißen mit

dem Druckstift **4** verbunden. Anschließend wird der Ventilhalter **17** auf den Ventilkörper **16** aufgeschoben und diese beispielsweise mittels Schweißen mit einander verbunden. Dabei wird die Schweißstelle zwischen dem Ventilkörper **16** und dem Ventilhalter **17** möglichst an einer Stelle angeordnet, welche von der Nadelführung **7** möglichst weit entfernt ist. Dadurch kann eine negative Auswirkung aufgrund eines eventuell auftretenden Schweißverzugs verhindert werden.

[0031] Nachfolgend wird die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Ventils beschrieben. Wenn eine Einspritzung erfolgen soll, wird der Piezoaktor angesteuert, wodurch er sich entgegen der Federkraft der Feder **12** in Richtung einer Mittelachse x-x des Ventils ausdehnt. Dieser Hub des Piezoaktors wird über den Aktorfuß und über den Druckstift **4** auf die Ventilnadel **3** übertragen. Dabei sind der Druckstift **4** und die Ventilnadel **3** fest mit einander verbunden. Dadurch hebt die Ventilnadel **3** von ihrem Ventilsitz **5** ab, so dass eine Einspritzung von Kraftstoff erfolgt. Der maximale Hub **h<sub>1</sub>** der Ventilnadel **3** wird dabei durch den mechanischen Anschlag **8** bestimmt, welcher fest am Druckstift **4** befestigt ist.

[0032] Wenn nun beispielsweise aufgrund von Temperaturänderungen Längenänderungen der einzelnen Bauteile auftreten, verhindert der Anschlag **8**, dass sich dadurch die durch die Ventilnadel **3** freigegebene Öffnung am Ventilsitz **5** verändert. Dadurch wird die Einspritzmenge im Betrieb konstant gehalten sowie der Strahlwinkel und die Penetration nicht beeinflusst, was insbesondere bei strahlgefährten Brennverfahren notwendig ist.

[0033] Wenn die Einspritzung beendet werden soll, wird der Piezoaktor nochmals angesteuert, so dass er sich verkürzt. Dann drückt die Rückstellfeder **14** über das Federklemmstück **15** und den Druckstift **4** die Ventilnadel **3** wieder in ihre Ausgangsstellung zurück und verschließt den Ventilsitz **5**. Damit ist die Einspritzung beendet.

[0034] In **Fig. 3** ist ein Ventil gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt. Gleiche bzw. funktional gleiche Teile sind mit den gleichen Bezugssymbolen wie im ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet.

[0035] Wie in **Fig. 3** gezeigt, ist der Anschlag **8** im Gegensatz zum ersten Ausführungsbeispiel beim zweiten Ausführungsbeispiel einstückig gebildet. D. h. an Stelle des Einstellringes **9** und des Klemmstücks **10** beim ersten Ausführungsbeispiel ist nur noch ein ringförmiger Anschlag **8** vorhanden. Die Länge des Anschlags **8**, insbesondere die Länge **h<sub>2</sub>** des Überhangs über die Schulter **13** der Ventilnadel **3** bestimmt dabei die maximale Hubhöhe **h<sub>1</sub>**. Um unterschiedliche maximale Hubhöhen **h<sub>1</sub>** zu ermöglichen, müssen mehrere ringförmige Anschlüsse **8** mit unterschiedlich großen Überhängen **h<sub>2</sub>** bereitgehalten werden. Ansonsten entspricht das zweite Ausführungsbeispiel dem ersten Ausführungsbeispiel, so dass auf die dort gegebene Beschreibung verwiesen werden kann.

[0036] In **Fig. 4** ist ein Ventil **1** gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt. Gleiche bzw. funktional gleiche Teile sind mit den gleichen Bezugssymbolen wie im ersten und zweiten Ausführungsbeispiel bezeichnet.

[0037] Wie in **Fig. 4** gezeigt, ist im Gegensatz zu den vor-

hergehenden Ausführungsbeispielen an der Ventilnadel **3** keine Schulter vorgesehen. Der Maximalhub  $h_1$  des Ventils wird dabei z. B. mittels einer Führerlehre festgelegt und anschließend wird der Anschlag **8** an der Ventilnadel **3** beispielsweise mittels Schweißen befestigt. Nach dem Verschweißen wird die Lehre wieder entfernt. Wie in **Fig. 4** gezeigt, ist der Anschlag **8** dabei wieder wie im zweiten Ausführungsbeispiel einstückig ausgebildet. Somit können durch Bereithalten unterschiedlicher Lehren unterschiedliche Maximalhübe  $h_1$  an verschiedenen Ventilen eingestellt werden. 10

[0037] In **Fig. 5** ist ein vierter Ausführungsbeispiel gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt. Gleiche bzw. funktional gleiche Teile sind wieder mit den gleichen Bezugszeichen wie in den vorhergehenden Ausführungsbeispielen bezeichnet. 15

[0038] Das vierte Ausführungsbeispiel entspricht im Wesentlichen dem dritten Ausführungsbeispiel, bei dem keine Schulter an der Ventilnadel **3** vorgesehen ist. In **Fig. 5** ist jedoch die Verbindung zwischen dem Ventilkörper **16** und dem Ventilhalter **17** näher dargestellt. Wie in **Fig. 5** gezeigt, sind der Ventilkörper **16** und der Ventilhalter **17** über eine Schweißnaht **20** miteinander verbunden. Es sei angemerkt, dass zwischen dem Ventilkörper **16** und dem Ventilhalter **17** auch eine Verbindung mittels eines Gewindes vorgesehen werden könnte. 25

[0039] Somit betrifft die vorliegende Erfindung ein Ventil **1** zum Steuern von Flüssigkeiten mit einem Piezoaktor zur Betätigung eines Ventilgliedes **3, 4**, wobei sich das Ventilglied **3, 4** bei einer Betätigung aus einem Ventilkörper **16** 30 hinausbewegt. Zwischen dem Piezoaktor und dem Ventilglied **3, 4** ist eine Hubsteuerung ausgebildet. Weiter umfasst das Ventil eine Anschlageinrichtung **8**, um den Hub  $h_1$  des Ventilgliedes **3, 4** zu begrenzen.

[0040] Die vorhergehende Beschreibung der Ausführungsbeispiele gemäß der vorliegenden Erfindung dient nur zu illustrativen Zwecken und nicht zum Zwecke der Beschränkung der Erfindung. Im Rahmen der Erfindung sind verschiedene Änderungen und Modifikationen möglich, ohne den Umfang der Erfindung sowie ihre Äquivalente zu verlassen. 35

#### Patentansprüche

1. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten mit einem 45 Piezoaktor zur Betätigung eines Ventilglieds (**3, 4**), wobei das Ventilglied (**3, 4**) bei einer Betätigung aus einem Ventilkörper (**16**) hinausbewegt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Piezoaktor und dem Ventilglied (**3, 4**) eine Hubsteuerung ausgebildet 50 ist und dass das Ventil weiter eine Anschlageinrichtung (**8**) zur Begrenzung des Hubes ( $h_1$ ) des Ventilgliedes (**3, 4**) aufweist.
2. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlageinrichtung (**8**) als mechanischer Anschlag ausgebildet ist. 55
3. Ventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventilglied (**3**) eine Schulter (**13**) aufweist, an welcher die Anschlageinrichtung (**8**) anliegt. 60
4. Ventil nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der mechanische Anschlag (**8**) einstückig ausgebildet ist.
5. Ventil nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der mechanische Anschlag durch einen 65 Einstellring (**9**) und ein Klemmstück (**10**) gebildet ist.
6. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der mechanische Anschlag (**8**) ei-

nen vorstehenden Bereich (**23**) mit einer Länge ( $h_2$ ) aufweist, und der Maximalhub ( $h_1$ ) des Ventilgliedes (**3**) durch den vorstehenden Bereich (**23**) bestimmt ist.

7. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventilglied als Ventilnadel (**3**) ausgebildet ist.
8. Ventil nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Druckstift (**4**) zwischen der Ventilnadel (**3**) und dem Piezoaktor angeordnet ist.
9. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der mechanische Anschlag (**8**) mit dem Ventilglied (**3, 4**) verschweißt ist.
10. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlageinrichtung als hydraulischer Anschlag ausgebildet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

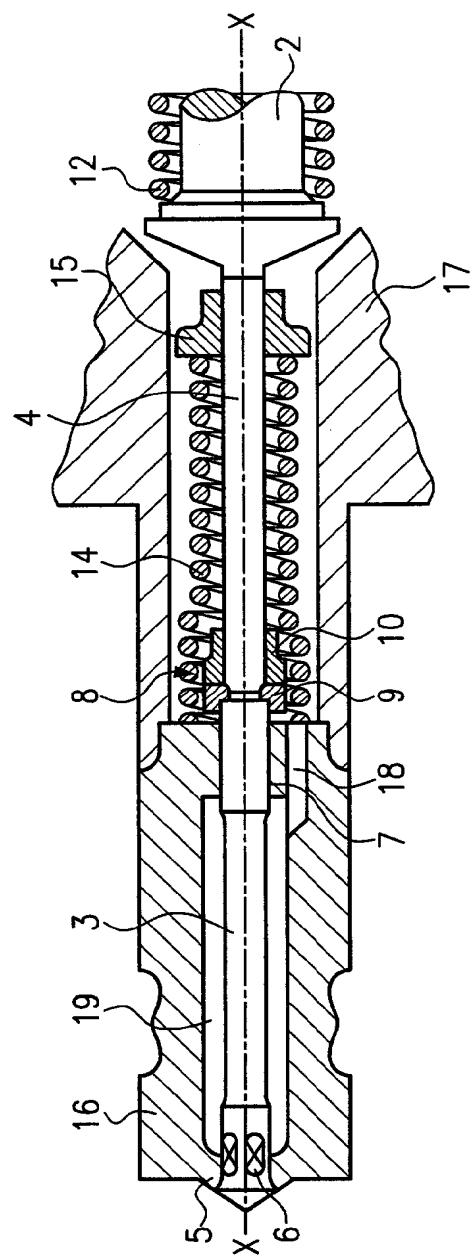


Fig. 1

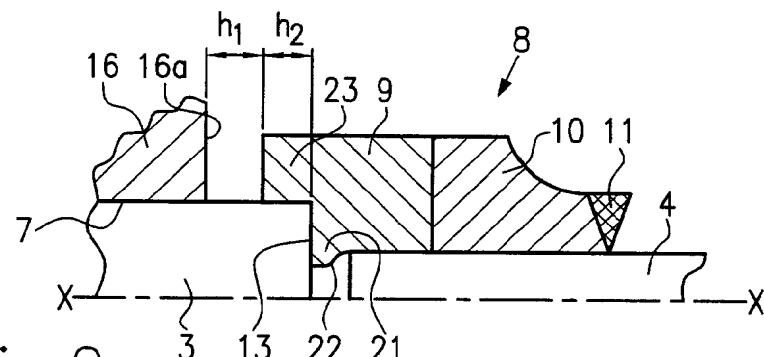


Fig. 2

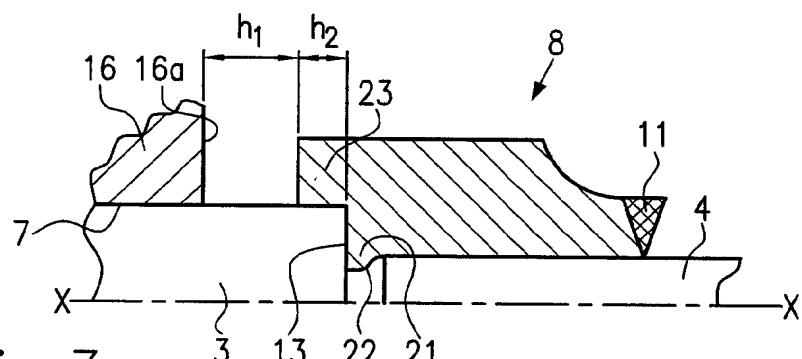


Fig. 3

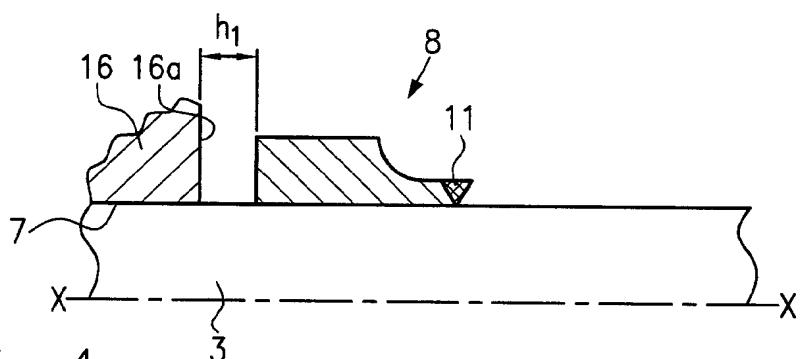


Fig. 4

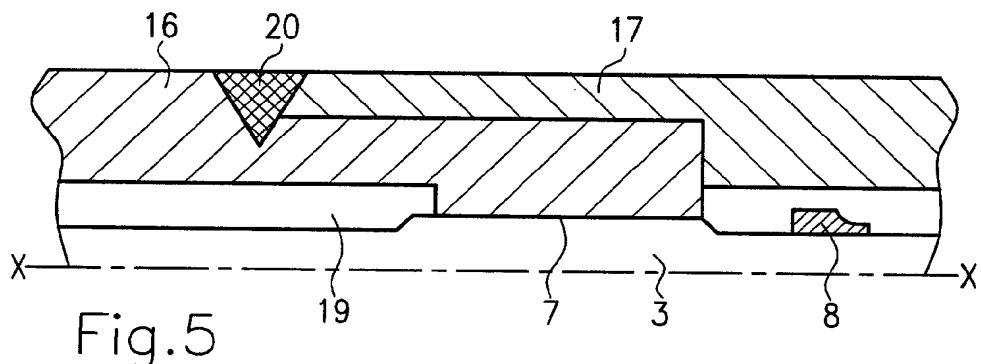


Fig. 5